

《報 文》

名古屋地方におけるインフルエンザ様疾患の発症に及ぼす 気象要素の影響

須藤千春¹⁾, 小島光博¹⁾, 水谷章夫²⁾, 栄 賢司³⁾

1) 中部大学応用生物学部環境生物科学科 2) 名古屋工業大学建築・デザイン工学科 3) 愛知県衛生研究所微生物部

要 旨

インフルエンザ流行期に風邪あるいは風邪症候群と臨床診断された救急搬送患者(1995年12月~2005年3月, 名古屋市消防局提供)をインフルエンザ様疾患とし, その発生状況と気象要素および流行ウイルス株との関連を検討し, 次の結果を得た.

1. 搬送患者の年齢分布に4歳以下, 20歳代および60歳代以上にピークを認めた.
2. 搬送数のピーク時はシーズンによって大きく相違し, 無ピーク型, 前半ピーク型, 後半ピーク型, 二峰型, 大ピーク型シーズンに類型化された.
3. 日搬送数と気象要素の日平均値との相関分析の結果, 二峰型, 大ピーク型シーズンでは平均気温, 最高気温, 最低気温と有意な負の相関を認め, 他に蒸気圧, 全天日射量と負に相関するシーズンがあった. 一方, 相対湿度と正の相関をもつシーズンが多かった.
4. 日搬送数の15名以上の日を多発日, 未満の日を少発日と2群に分け, 両群の気象要素の平均値を比較した. 多発日に気温, 蒸気圧, 全天日射量, 降水量などが有意に低いシーズンを認めた.
5. 降水頻度の高い時期に搬送数の減少するシーズンがあり, 降水はインフルエンザ様疾患の発症に抑制的に影響していると推察された.
6. 無ピーク型や前半型シーズンではAソ連型ウイルスが優先し, 二峰型シーズンではB型ウイルスとA香港型ウイルス, あるいは3種ウイルスの混合流行がみられた. 大ピーク型シーズンではA香港型ウイルスの優先が注目された.

これらの結果から, インフルエンザ様疾患の発症にはウイルスの病原性や抗原性変異に加えて, 気温, 蒸気圧, 全天日射量, 降水などの影響も大きいと推定された.

1. はじめに

インフルエンザは毎年冬季に流行する呼吸器系のウイルス感染症であり, 乳幼児や高齢者に大きな健康被害を与えている. 流行の開始や終息の時期, 規模などはシーズンにより, また場所・地域などによっても大きく相違する. その原因として流行するインフルエンザ・ウイルスの病原性や抗原性の相違, 住民の抗体保有状況や年齢構成などによる感受性の相違, およびウイルス暴露機会の多寡などが指摘されている(加地, 1980).

現在, 世界的に流行しているヒトのインフルエンザ・ウイルスはA香港(H3N2)型, Aソ連(H1N1)型およびB型の3種であり, これらウイ

ルスの病原性や抗原性は毎年流行株によって大きく相違する. このため全球的な動向が世界保健機関(WHO)を中心に監視されている(森田, 2000; 小田切, 2003). わが国でも1999年に施行された「感染症の予防および感染症の患者に関する法律」の下に感染症サーベランスシステムが稼動し, インフルエンザ患者の発生状況や住民の抗体保有状況および病原ウイルスの動向が監視され, ワクチン製造などの予防対策の基礎となっている(Okabe et al. 2000; 谷口, 2000).

近年, 高齢者の肺炎のみならず, 小児におけるインフルエンザ・ウイルス感染に伴う脳炎, 脳症などの重症例が増加している(森島, 2000; Okabe

キーワード: インフルエンザ, 救急搬送, 気象要素, インフルエンザウイルス, 季節病
受 理 日: 2007年3月1日受理

et al. 2000). さらに1997年以来高病原性トリインフルエンザウイルスが世界的に流行し、ヒトからヒトへ感染する新型ウイルスの出現も危惧されている。また近年では夏季におけるインフルエンザの流行が報告されている(感染症情報センター, 2005)。したがって発症や流行に影響する要因、条件の解明は予防対策上の緊急の課題である。

一方、インフルエンザは代表的な季節病、気象病であり、その流行と気温、絶対湿度、蒸気圧などとの関係が指摘されている(加地, 1975, 1980; 庄司, 1985, 1988, 1994)。すなわちインフルエンザの発症や流行には病原性、抗原性などのウイルス側の要因、抗体保有状況や年齢構成、生活環境などの住民側の要因に加え、気温や湿度などの気象要素の影響も大きいと考えられるが、気象要素の影響はまだ十分に解明されていない。そこで本報では名古屋市消防局の救急搬送データを用いてインフルエンザ様疾患の発症と気象要素および流行ウイルス株との関連を検討した。

2. 解析資料と方法

名古屋市消防局の作成した1995年から2005年までの救急搬送データから、各年の12月1日から次年3月31日までのインフルエンザ流行期(シーズン)に風邪または風邪症候群と臨床診断された患者を抽出し、インフルエンザ様疾患とした。抽出された患者の年齢、性、重症度について検討した上で、搬送数と気象要素との関連を解析した。なお救急搬送データでは傷病の程度を軽症(入院を要しない)、中等症(3週間以内の入院)、重症(3週間以上の入院)に分けていたが、重症患者は極めて少数であったので、本報では入院を要しない軽症と入院を要した中重症に分けた。

気象データは気象庁年報CD-DOM版(気象庁編集, 気象業務支援センター発行)から名古屋地方気象台の観測値を抽出し、日単位の海面平均気圧(hPa)、現地平均気圧(hPa)、平均気温(°C)、最高気温(°C)、最低気温(°C)、平均蒸気圧(hPa)、平均相対湿度(%), 最小相対湿度(%), 平均雲量(10分比), 平均風速(m/s), 日照時間(h), 全日射量(MJ/m²), 降水量(mm)を用いた。

インフルエンザ・ウイルスの分離株に関する資料は愛知県衛生研究所微生物部から提供された。統計解析には統計ソフトSPSS(ver.13, SPSS)を用い、気象要素と搬送数の関連を2群の比較、相

関分析、単回帰分析などにより解析し、有意水準を $p < 0.05$ とした。

3. 結果

1. 搬送患者の年齢、重症度

対象とした10シーズン中に風邪症候群と臨床診断された救急搬送患者の総数は11393(男性5765, 女性5628)名で、男女比はほぼ1:1であった。年齢別・重症度別の搬送数を検討した結果、3ピークが認められた(Fig. 1)。第1のピークは0~4歳代で総搬送数の12.9%を占めた。5~19歳代では1.9~3.7%と減少したが、20~29歳代に約16%と上昇し第2のピークが認められた。35歳代から50歳代では3%前後に低下した。60歳代から第3のピークが出現し(約5%), 75歳代7.6%, 80歳以上では15.3%と顕著に増加した。

入院を要した患者の割合も患者数に対応して変化し、特に60~64歳代4.3%, 70歳代に10.9~13.1%と上昇し、80歳以上では41.7%と顕著に高まった。

このような搬送患者の年齢分布は1995/96シーズンを除いて、シーズンによる大きな相違を認めなかった。1995/96シーズンでも4歳以下(15.3%), 20歳代(9.8~8.1%)および80歳以上(13.1%)にピークを認めたが、35歳代から75歳代までの割合が5.1~6.4%とほぼ一定であった。

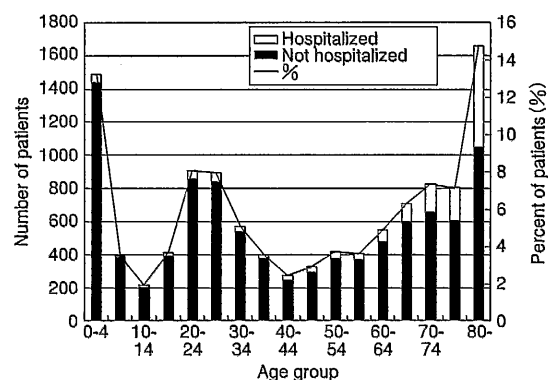


Fig.1. Age and severity distribution of patients with influenza-like illness.

2. 搬送パターンの相違、類型化

インフルエンザが冬季に流行する季節病であることから、寒冷の影響が古く指摘されている。そこで10シーズンの日平均気温、蒸気圧および全日射量の7日平均値を求め(Fig. 2)、搬送数の7日

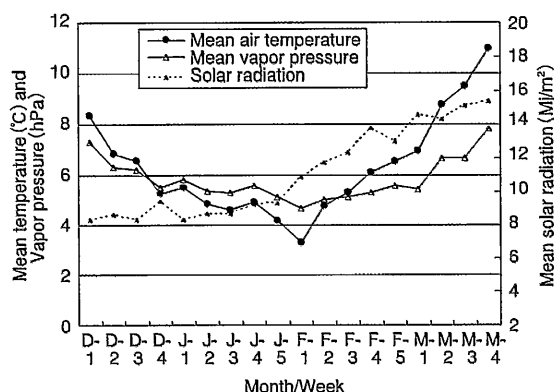


Fig.2. Weekly mean temperature, vapor pressure and solar radiation from 1995/96 to 2004/05 seasons.

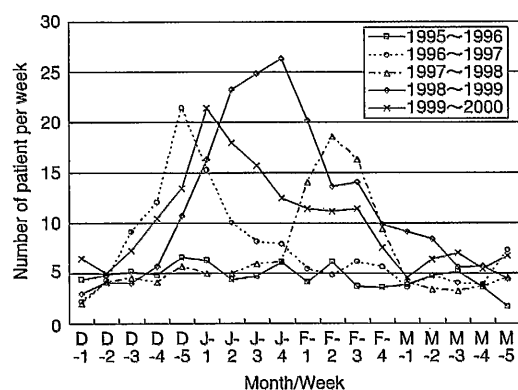


Fig.3. Weekly mean number of patients transported with influenza-like illness from 1995/96 to 1999/2000 seasons.

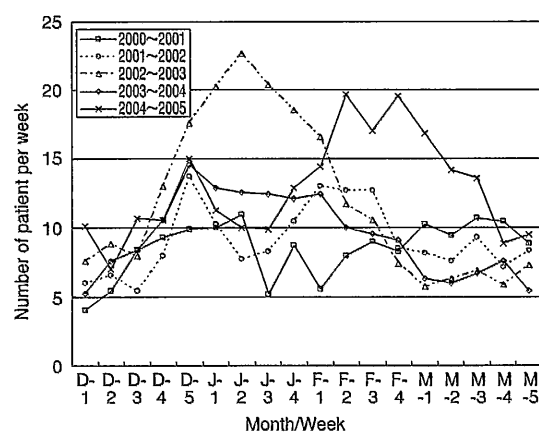


Fig.4. Weekly mean number of patients transported with influenza-like illness from 2000/2001 to 2004/2005 seasons.

平均値との関連をシーズン別に検討した (Fig. 3, 4).

平均気温は12月第1週の8.3℃から徐々に低下し, 1月第2週から2月第1週には5℃以下 (3.3~4.8℃) になり, 2月第2週から徐々に上昇し, 3月第4週以後は10℃以上になった. そこで12月はじめから1月上旬

の気温の下降期をシーズン前半, 1月中旬から2月上旬までの平均気温5℃以下の最低期をシーズン中央, 2月下旬から3月の気温の上昇期をシーズン後半とした. 全天日射量は平均気温よりも約2週早く, 蒸気圧は約4週遅れて上昇した.

1995/96から1999/00までの5シーズンの7日平均搬送数をFig. 3に示した. 1995/96シーズンの搬送数は581名と少なく, 明瞭なピークは認められなかった. 1996/97シーズンの搬送数は923名と比較的多く, 12月第3週から増加し始め, 12月第5週にピークに達し, その後急に減少した. 1997/98シーズンの搬送数は826名と比較的少なく, シーズン前半の搬送数は極めて少数で, 2月第1週から急増し, 2月第2~4週にピークが出現し, シーズン後半のピークが注目された. 1998/99シーズンの搬送数は1448名で, 12月第5週から急増しシーズン中央, つまり気温の最低期に大きなピークが出現したが, 2~3月の搬送数も比較的多かった. 1999/00シーズンの搬送数も1241名と比較的多く, 12月第3週から増加し始め, 1月第1週にピークになり, その後緩やかに減少し, シーズン前半にピークがみられた.

2000/01から2004/05シーズンまでの7日平均搬送数をFig. 4に示した. 2000/01シーズンの搬送数は1062名と比較的多かったが, 明瞭なピークは認められなかった. 2001/02シーズンの搬送数は1108名で, シーズン前半の12月第4週から増加し, 1月第1週にピークになり, その後一時的に減少したが, 2月第2週から第4週に再びピークが出現し, 二峰型とみなされた. 2002/03シーズンの搬送数は1470名と多く, 1月第1週から2月第1週のシーズン中央に大きなピークが認められた. 2003/04シーズンの搬送数は1160名と多く, 12月第5週にピークを示し, その後やや減少したが, 2月第1週まで高原状態で比較的多く, 2月第2週から減少に転じた. 2004/05シーズンの搬送数は1574名と検討したシーズン中で最も多く, 12月第5週に搬送数のピークがみられたが, その後一時的に減少し, 2月第3週から3月第1週に大きなピークが再び出現し, 二峰型であった. 後半の大きなピークが注目された.

以上の結果から, インフルエンザ様患者の搬送パターンはシーズンによって大きく相違するが, 日平均気温では8℃, 蒸気圧6hPa, 全天日射量15MJ/m²以下の3月中旬までがインフルエンザ様

疾患の流行期であると考えられた。また各シーズンの搬送パターンの類似点、相違点からみて、以下のように5タイプに類型化できると考えられた (Table 1)。

Table 1. Classification of seasons by the time of transportation peak

Type	Season		Time of peak in a season
I	1995-1996	2000-2001	Without a clear peak
II	1996-1997	1999-2000	Peak in an early season
III	1997-1998		Peak in a late season
IV	2001-2002	2004-2005	Two-peaks in a season
V	1998-1999	2002-2003	Large peak in middle of season
V	2003-2004		An unclear large peak

タイプ I は明瞭なピークがみられなかった 1995/96, 2000/01シーズンで、無ピーク型とした。タイプ II はシーズン前半にピークが出現した 1996/97と 1999/00シーズンで、前半ピーク型とした。タイプ III はシーズン後半にピークがみられた 1997/98シーズンで、後半ピーク型とした。タイプ IV はシーズンの前半と後半にピークがみられ、シーズン中央の気温最低期に搬送数の減少がみられた 2001/02と 2004/05シーズンで、二峰型とした。タイプ V はシーズン中央に大きなピークが出現し、気温と反比例的な関係がみられた 1998/99, 2002/03シーズンで、大ピーク型とした。なお 2003/04シーズンでは前半にピークが出現し、その後の搬送数が高原状で比較的多く、全体的な消長が 2002/03シ

ズンに類似していたことから、不明瞭ながらも大ピーク型とみなした。

3. 搬送数と気象要素との相関

上記のような搬送パターンのシーズンによる相違の原因を探る一助として、日搬送数と気象要素の日平均値との相関をシーズン別に検討した (Table 2)。

無ピーク型の両シーズンでは搬送数と有意に相関する気象要素は認められなかった。前半ピーク型の両シーズンでは全天日射量と負の有意な相関が共に認められ、1999/00シーズンでは最小相対湿度とも有意な正の相関がみられた。後半ピーク型の 1997/98シーズンでは平均気温、最低気温と有意な負の相関が認められた。二峰型の 2001/02, 2004/05シーズンでは平均気温、最高気温、最低気温と負の有意な相関が認められ、さらに 2001/02シーズンでは雲量と正の、日照時間と負の、2004/05シーズンでは平均蒸気圧と負の有意な相関がみられた。大ピーク型の 1998/99, 2002/03シーズンでも平均気温、最高気温、最低気温と負の相関が、平均相対湿度と有意な正の相関が認められた。1998/99シーズンでは他に現地平均気圧、平均蒸気圧と、2002/03シーズンでは全天日射量と負の相関が認められた。2003/04シーズンでも平均気温、最高気温、最低気温、風速、全天日射量と有意な負の相関がみられた。

二峰型や大ピーク型シーズンでは搬送数が多

Table 2. Correlation between daily number of patients transported and daily mean weather elements by seasons from 1995 to 2005

Season	1995/96	2000/01	1996/97	1999/00	1997/98	2001/02	2004/05	1998/99	2002/03	2003/04
Type	I	I	II	II	III	IV	IV	V	V	V
Total No. patients	581	1062	923	1241	826	1108	1574	1448	1470	1160
Station pressure (hPa)	-0.1	-0.16	-0.09	0.01	0.02	-0.11	0.01	-0.19*	-0.09	0.06
Sea-level pressure (hPa)	-0.1	-0.16	-0.09	0.01	0.02	-0.1	0.02	-0.18	-0.08	0.07
Mean air temperature (°C)	-0.1	0.13	-0.07	0.06	-0.25**	-0.39**	-0.32**	-0.52**	-0.44**	-0.3**
Maximum air temperature (°C)	-0.11	0.13	-0.04	0	-0.16	-0.36**	-0.25**	-0.52**	-0.41**	-0.3**
Minimum air temperature (°C)	-0.15	0.09	-0.12	0.11	-0.3**	-0.34**	-0.38**	-0.42**	-0.39**	-0.3**
Vapor pressure (hPa)	-0.11	0.13	0	0.12	-0.13	-0.15	-0.27**	-0.3**	-0.17	-0.2
Mean relative humidity (%)	-0.03	0.06	0.07	0.16	-0.01	0.21	-0.1	0.19*	0.19*	0.14
Minimum relative humidity (%)	0.05	-0.01	0.07	0.18*	-0.04	0.15	-0.16	0.18	0.18	0.1
Mean wind speed (m/s)	0	0.09	-0.14	-0.1	-0.01	-0.01	0.11	-0.01	-0.15	-0.2*
Cloud cover (1/10)	-0.1	0	-0.17	0.01	-0.12	0.23*	-0.04	0.07	-0.11	0.01
Sunshine duration (h)	0.06	-0.02	0.03	-0.06	0.07	-0.19*	0.02	-0.09	-0.03	-0.1
Solar radiation (Mj/m ²)	-0.04	0.11	-0.27**	-0.28**	0.04	-0.09	0.16	-0.17	0.23*	-0.2*
Precipitation (mm)	-0.18	-0.01	-0.09	0.06	0.02	0.02	-0.03	-0.09	-0.06	-0.9

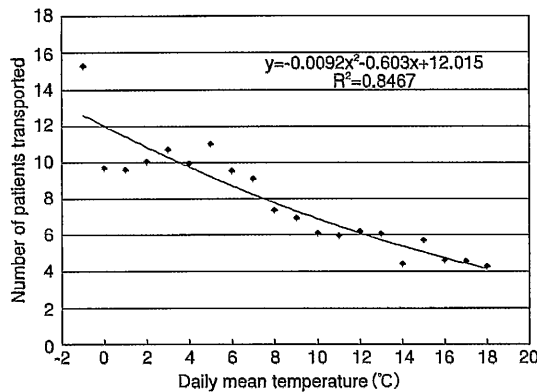


Fig.5. Relationship between air temperature and the number of patients transported.

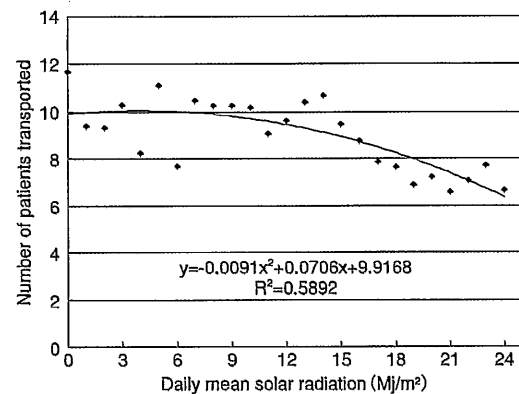


Fig.7. Relationship between solar radiation and the number of patients transported.

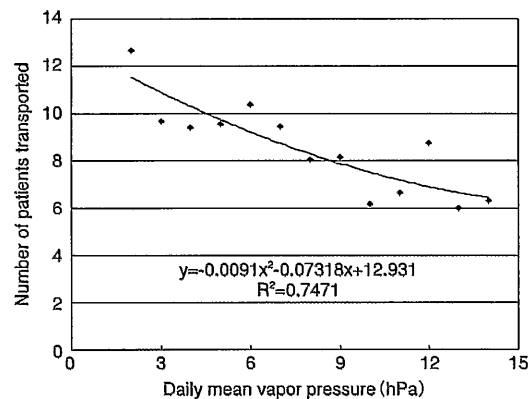


Fig.6. Relationship between vapor pressure and the number of patients transported.

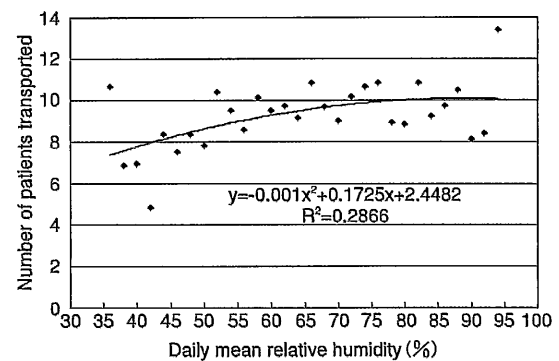


Fig.8. Relationship between relative humidity and the number of patients transported.

く、気温との高い相関が示されたが、無ピーク型や前半ピーク型では搬送数の比較的多いシーズン(2000/01, 1999/00)でも気温との有意な相関は認められなかった。また平均相対湿度と正の相関をもつシーズンの多いことが注目された。

4. 搬送数と気象要素との単回帰分析

平均気温、蒸気圧、全天日射量および相対湿度と搬送数に複数のシーズンで有意な相関がみられたので、搬送数とこれら気象要素との単回帰分析を行った。

日平均気温と搬送数は負に相関し、特に10℃よりも低温側で搬送数の増加が顕著であった (Fig. 5)。平均蒸気圧も負に相関し、10hPa以下から搬送数の顕著な増加がみられた (Fig. 6)。

全天日射量では15MJ/m²以上から搬送数の減少傾向がみられ、負の相関でも前2者と全体的な傾向が大きく異なった (Fig. 7)。一方、平均相対湿度は正に相関し、30%から60%までの範囲で湿度

の増加に伴い搬送数の増加する傾向が示された (Fig. 8)。

5. 多発日と少発日の気象要素の比較

インフルエンザ様疾患の搬送パターンや気象要素の影響のシーズンによる相違の原因をさらに探るため、検討期間中の日搬送数の平均値 (9.4人) および標準偏差 (5.8) を考慮して、15名以上の日を多発日、未満の日を少発日と2群に分け、両群の気象要素の平均値を比較した。有意な相違がみられた気象要素をTable 3に示した。

無ピーク型の1995/96および2000/01シーズンでは日搬送数が15名以上の日はなかった。気温が少発日より多発日に有意に低かったのは1996/97, 1997/98, 2002/03シーズンの最低気温、および1998/99, 2002/03シーズンの平均気温であった。一方、1999/00シーズンでは多発日の平均気温が少発日より有意に高かった。この一因としてシーズン前半の気温が比較的高い時期に搬送数のピ

Table 3. Comparison of weather elements between days with ≥ 15 patients and < 15 patients

Type	Season	Weather element	Weather elements ($m \pm s.d.$)		P value
			≥ 15 patients/day	< 15 patients/day	
I	1996/97	Mini. temperature ($^{\circ}\text{C}$)	1.32 ± 1.51	1.99 ± 3.08	*
II	1999/00	Mean temperature ($^{\circ}\text{C}$)	6.57 ± 1.94	5.92 ± 2.86	*
III	1997/98	Mini. temperature ($^{\circ}\text{C}$)	0.31 ± 1.76	3.48 ± 3	*
V	1998/99	Mean temperature ($^{\circ}\text{C}$)	4.38 ± 2.15	8.03 ± 3.05	*
V	2002/03	Mini. temperature ($^{\circ}\text{C}$)	0.53 ± 2.05	2.79 ± 3.03	**
V	2002/03	Mean temperature ($^{\circ}\text{C}$)	4.45 ± 2.02	6.81 ± 2.87	*
II	1996/97	Solar radiation (Mj/m^2)	9.092 ± 1.76	11.91 ± 4.7	**
III	1997/98	Solar radiation (Mj/m^2)	12.92 ± 3.46	10.73 ± 5.72	*
V	1998/99	Solar radiation (Mj/m^2)	9.5 ± 3.89	10.82 ± 5.81	**
V	2002/03	Solar radiation (Mj/m^2)	10.42 ± 3.6	11.97 ± 6.58	***
V	2003/04	Solar radiation (Mj/m^2)	11 ± 3.21	11.54 ± 5.36	*
IV	2001/02	Vapor pressure (hPa)	5.65 ± 0.7	6.06 ± 1.78	*
V	1998/99	Vapor pressure (hPa)	5.43 ± 1.31	6.87 ± 2.44	***
V	2002/03	Vapor pressure (hPa)	5.09 ± 1.27	5.78 ± 1.89	**
II	1996/97	Precipitation (mm)	0.17 ± 0.58	1.77 ± 4.61	***
III	1997/98	Precipitation (mm)	1.12 ± 2.1	3.65 ± 9.69	***
IV	2004/05	Precipitation (mm)	0.11 ± 0.28	1.5 ± 5.45	***
V	1998/99	Precipitation (mm)	2.13 ± 6.15	2.82 ± 9.1	*
V	2003/04	Precipitation (mm)	0.99 ± 3.08	2.27 ± 5.58	***
III	1997/98	Mini. humidity (%)	35.3 ± 10.13	42.53 ± 15.73	*
V	2002/03	Mean humidity (%)	60.56 ± 9.1	57.9 ± 12.47	*
V	1998/99	Station pressure (hPa)	1012.8 ± 4.51	1045.1 ± 6.62	*

*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ***, $P < 0.001$

ークが出現したことによると推察された。

全天日射量は1996/97, 1997/98, 2003/04, 1998/99, 2002/03シーズンで有意差がみられ, 1997/98シーズンを除いて多発日の全天日射量が低かった。1997/98シーズンでは搬送数のピークが日射量の多くなるシーズン後半の2月に出現したことによると推定された。

平均蒸気圧は2001/02, 1998/99, 2002/03シーズンで少発日より多発日で有意に低いことが示された。

降水量も1996/97, 1997/98, 2003/04, 2004/05, 1998/99シーズンで, 多発日の降水量が有意に低いことが示された。相対湿度では1997/98シーズンの多発日の最小相対湿度が有意に低かったが, 2002/03シーズンでは多発日の平均相対湿度が有意に高く, 逆の結果であった。また1998/99シーズンでは多発日の現地気圧が有意に高かった。

6. 降水の影響

以上の結果からインフルエンザ様疾患の発症に

降水の影響も大きいと推察された。そこで1997/98, 1999/00, 2001/02シーズンの日搬送数と日降水量との関連を検討した。

後半ピーク型の1997/98シーズンでは12月後半から1月上旬までの降水頻度が高く, 1月15日(49.5mm)と18日(51.5mm)に大雨が降った。この降水頻度の高い期間の搬送数は極めて少数にとどまった。その後2月19日まで降水の頻度, 量ともに低く, この少雨期間に搬送数のピークが出現し, 2月20日の大雨(46.5mm)と同時に急減した(Fig. 9)。つまり本シーズンではインフルエンザ様疾患の発症に降水が大きく関係していると推定された。

前半ピーク型の1999/00シーズンでは12月中の降水は極めて少なく, 1月7日以後は降水頻度が高まり, 1月末までに5回(日)の降水を記録した。搬送数は12月中旬から顕著に増加したが, 1月中旬以後は減少した(Fig. 10)。つまりシーズン前半の雨量の少ない時期に搬送数のピークが出現した。

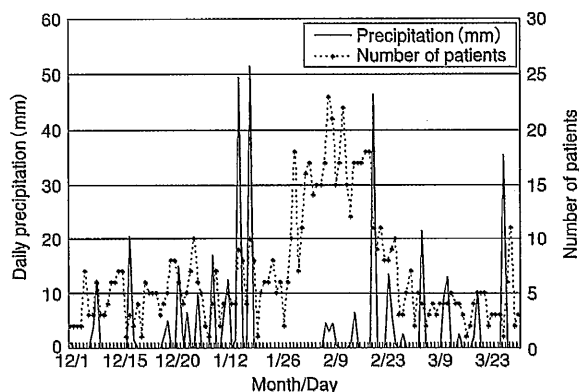


Fig.9. Influence of daily precipitation on the number of patients transported in 1998/1999 season. Dotted line, the number of patients; solid line, precipitation.

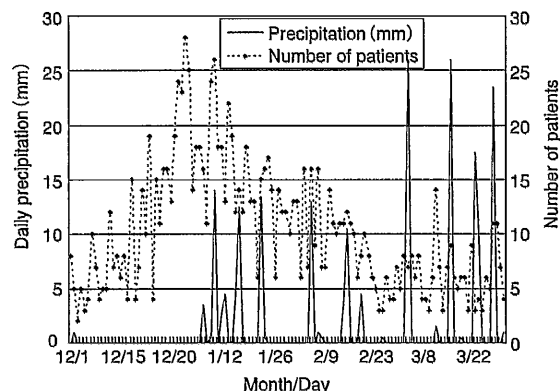


Fig.10. Influence of daily precipitation on the number of patients transported in 1999/2000 season. Dotted line, the number of patients; solid line, precipitation.

二峰型の2001/02シーズンでは1月3日から2月上旬の気温最低期の降水頻度が高く、1月21日には39mmの降水があった。この時期の搬送数は前後の時期に比して少ない傾向がみられた。つまり降水が搬送数の二峰の形成に関係している可能性が示唆された (Fig. 11)。しかし明瞭な二峰型であった2004/05シーズンでは気温最低期、つまり搬送数の減少期に顕著な降水を認めなかった。

7. 全天日射量の影響

気象要素との相関分析、多発日と少発日の比較から、全天日射量も患者発生に影響していると推定された。全天日射量のシーズンによる相違は小さかったので、2002/03シーズンの全天日射量の日平均値と日搬送数との関連

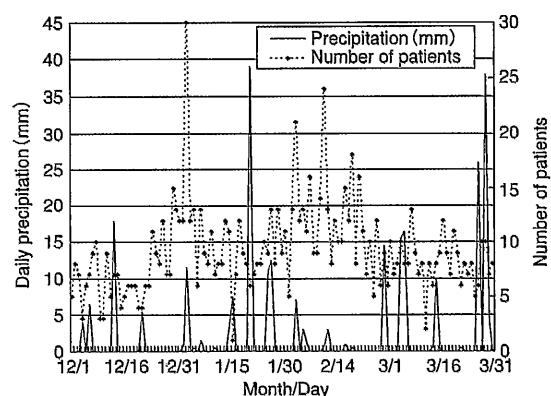


Fig.11. Influence of daily precipitation on the number of patients transported in 2001/2002 season. Dotted line, the number of patients; solid line, precipitation.

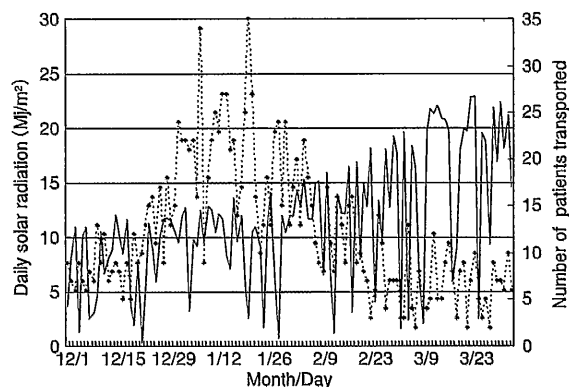


Fig.12. Influence of daily solar radiation on the number of patients transported in 2002/2003 season. Dotted line, the number of patients; solid line, solar radiation.

をFig. 12に示した。全天日射量は12月から1月中は低く、2月上旬に約15MJ/m²になり、その後大きく上昇した。12月下旬から1月中の搬送数のピーク時には、日射量の低下した日に搬送数が増加し、両者に反比例的な関係がみられた。2月上旬以後、逐日的な反比例的関係は不明瞭になったが、日射量の急な上昇に伴い搬送数は顕著に減少し、全体的には反比例的関係が明瞭になった。

8. インフルエンザ・ウイルス流行株との関連

検討期間中に愛知県衛生研究所微生物部によって分離されたインフルエンザ・ウイルス株をシーズン別にFig. 13, Table 4示した。

Aソ連型 (H1N1) ウイルスは無ピーク型の1995/96, 2000/0と前半ピーク型の1999/00シーズンで優先し、その割合はそれぞれ94, 78, 60%と

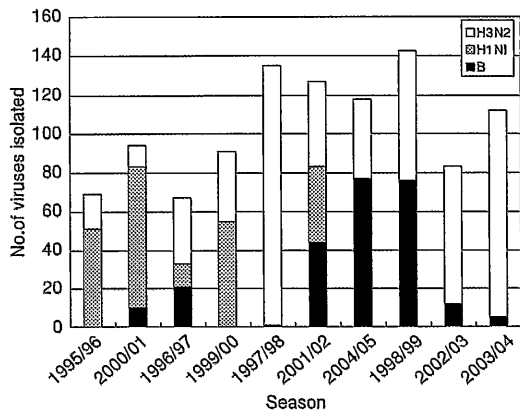


Fig.13. Number of influenza viruses isolated in Aichi Prefectural Institute of Public Health from 1995/1996 to 2004/2005 seasons.

Table 4. Influenza viruses isolated from 1995/96 to 2004/05 seasons in Aichi.

Type	Season	No. patients	Number and percent of viruses			Total of viruses
			A(H1N1)	B	A(H3N2)	
I	1995/96	581	51 (73.9)	0	18 (26.1)	69
I	2000/01	1062	73 (77.7)	10 (10.6)	11 (11.7)	94
II	1996/97	923	12 (17.9)	21 (31.3)	34 (50.7)	67
II	1999/00	1241	55 (60.4)	0	36 (39.6)	91
III	1997/98	826	0	1 (0.00)	134 (99.3)	135
IV	2001/02	1108	39 (30.7)	44 (34.6)	44 (34.6)	127
IV	2004/05	1574	0	77 (65.3)	41 (34.7)	118
V	1998/99	1448	0	76 (53.5)	66 (46.5)	142
V	2002/03	1470	0	12 (14.5)	71 (85.5)	83
V	2003/04	1160	0	5 (4.5)	107 (95.5)	112

Parenthesis shows percentage.

高かった。前半型の996/97シーズン (18%), 二峰型の2001/02シーズン (31%)でも分離されたが、他のシーズンでは分離されなかった。

B型ウイルスは二峰型の2004/05 (65%), 大ピーク型の1998/99シーズン (54%)で優先し、二峰型の2001/02シーズン (35%)でも比較的多数分離されたが、他のシーズンの分離率は低かった。なおB型ウイルスの2, 3月の割合は2001/02シーズンでは11.8%に過ぎなかったが、1998/99, 2004/05シーズンではそれぞれ82.9, 54.5%と高く、シーズン後半に流行することが示された。

A 香港 (H3N2) 型ウイルスはいずれのシーズンでも分離され、その割合はシーズンによって大きく異なった。後半ピーク型の1997/98 (99%), 大ピーク型の2002/03 (86%), 2003/04シーズン (96%)では分離率が高く、前半型の1996/97シー

ズンでも51%と比較的高い分離率であった。一方、無ピーク型の2シーズンでは26%, 12%と低く、他のシーズンでは35~47%と中間的であった。

以上の結果から、無ピーク型や前半型シーズンにおけるAソ連型ウイルスの優先と (1996/97シーズンを除く)、後半型、二峰型、大ピーク型シーズンのA香港型ウイルスの顕著な優先、あるいはB型ウイルスとの混合流行が注目された (2001/02シーズンを除く)。

考察

インフルエンザはウイルス感染症であり、病原検査によって確定診断される。しかし救急医療場ではその実施が必ずしも容易ではなく、風邪あるいは風邪症候群と臨床診断されることが多い。そこで本報ではインフルエンザ流行期に風邪あるいは風邪症候群と臨床診断された救急搬送患者をインフルエンザ様疾患として、その発生状況と気象要素および流行ウイルス株との関連を検討した。

搬送患者に4歳以下、20~30歳代および60歳代以上と、3ピークが認められた。このような年齢分布は全国的な感染症発生動向調査結果と大きく相違した。感染症発生動向調査では例年15歳以下の患者が圧倒的に多く、20歳代や高齢者のピークはみられない (感染症情報センター, 2005)。

このような相違の一因は感染症発生動向調査が小児および成人を主な対象とした定点監視であるのに対し (谷口, 2000)、救急搬送では対象患者に年齢的な偏りがなく、比較的重症度の高い患者が多いことによると推定された。20歳代から30歳代前半にもピークがみられ、中重症者も比較的多いことは、スペイン風邪など過去のインフルエンザの大流行が若年層から始まったこととの関連で特に注目された (アヌーン, 1996, 加地, 1998a)。

インフルエンザが冬季に流行する一因として、低温・低湿度条件がインフルエンザ・ウイルスの感染性の保持や伝播に好都合で、かつ人々のウイルスに対する感受性や感染機会が高まることなどが指摘されている (Harper, 1961; 加地, 1975, 1980; 庄司, 1985, 1988, 1994)。また日平均気温10℃以下が流行期間であると言われている (山中, 1983)。本研究でも日平均気温8℃以下がインフルエンザ様疾患の流行期間であると推定された。しかし庄司 (1995, 1988) はインフルエンザ流行の拡大因子を検討し、気温や相対湿度よりも絶対

湿度が重要であると指摘している。原田ら (2004) は大館市および秋田市におけるウイルス分離成績からインフルエンザの流行は絶対湿度 $9\text{g}/\text{m}^3$ 以下の期間にみられると報告している。本研究では蒸気圧 6hPa 以下が流行期であると考えられた。さらに Urashima et al. (2003) は東京都内の感染症監視定点におけるインフルエンザ様疾患の週あたりの報告数と気象要素との関連を重回帰法によって解析し、最低気温、相対湿度、蒸気圧などの週あたりの日数および暦月が重要な独立変数であると報告している。これら報告はインフルエンザの発症、流行に気象要素の影響が大きいことを示しているが、シーズンによる患者発生パターンや患者発生と気象要素との関連は必ずしも十分に検討されていない。

各シーズンの7日平均搬送数と平均気温との関連を検討した結果、ピークの出現時期から5タイプに分類された。大ピーク型シーズンでは気温の最低期に搬送数のピークがみられ、両者に反比例的な変動が示唆された。しかし前半ピーク型では気温の降下時に、後半ピーク型では上昇時にピークがみられ、二峰型では気温の最低期に搬送数がむしろ減少した。これらの結果はインフルエンザ様疾患の流行の開始、ピーク、終息に気温の影響が大きい、その他の要因の影響も大きい可能性を示唆した。

日搬送数と気象要素の日平均値との相関を検討した結果、シーズンにより相違するが、二峰型や大ピーク型シーズンでは平均気温、最高気温、最低気温、蒸気圧などと負の有意な相関が示された。単回帰分析でも気温や蒸気圧と搬送数に定量的な関連が示された。これらの結果はインフルエンザ様疾患の発症、流行に気温や蒸気圧の影響の大きいことを示す。

一方、相対湿度とは正の相関が示され、蒸気圧の結果とは逆であった。Urashima et al (2003) も相対湿度 60% 以下の日数と患者数に正の相関を認めている。低湿度では高湿度よりもインフルエンザ・ウイルスの感染性が持続し、感染者の上気道からのウイルスを含む分泌物が飛沫核になりやすく、気道粘膜の感染防御機構が低下しやすいことなどから (加地, 1980)、患者発生は相対湿度と負に関連すると一般的に予想されている。しかし上記の結果はこの予想に反した。この不一致の一因として、気温の高い日の相対湿度は低く、気温の

低い日の相対湿度は高くなる傾向があるので、搬送数と相対湿度の正の相関の背景には気温が大きく影響している、つまり気温の影響は相対湿度よりも大きい可能性が推察された。

多発日と少発日の比較結果から、降水の量や頻度が患者発生に大きく影響していると推察された。特に1997/98シーズンの結果は注目された。すなわちシーズン前半や中央の気温が低い、降水頻度の高い期間の搬送数は極めて少なく、2月の少雨の時期にピークが出現し、ピークの終息時にも大雨があった。

前半ピーク型の1999/00シーズンでも12月の降水が極めて少なく、その時期に搬送数のピークがみられた。また二峰型の2001/02シーズンでも1月上旬から中旬の気温最低期に、降水頻度が高く、この時期の搬送数は前後の時期と比較して少数であった。

これらの結果から、降水はインフルエンザ様疾患の発症に抑制的に影響していると推定された。しかし二峰型の2004/05シーズンではシーズン中央の搬送数の低下時に降水頻度や降水量が特に多い傾向は認められず、降水によって二峰型の出現を説明することは困難であった。

全天日射量と搬送数は負に有意に関連し、多発日の全天日射量は少発日より有意に低いシーズンのあることが示された。特に患者発生のピーク時には、全天日射量の低下した日に搬送数の増加する傾向が認められた。その一因として全天日射量の低下に伴う気温の低下による可能性が大きいと推察された。また回帰分析および日搬送数の検討結果から全天日射量 $15\text{MJ}/\text{m}^2$ 以下の期間がインフルエンザ様疾患の流行期であると考えられた。

以上の結果は気象要素とインフルエンザ様疾患の発症との密接な関連を示唆するが、気象要素のみでは流行規模や搬送パターンの相違を十分に説明できないシーズンのあることも示された。そこで流行ウイルス株と搬送パターンとの関連性を検討した。

無ピーク型の1995/96、2000/01および前半ピーク型の1999/00シーズンではAソ連型ウイルスの割合が高かった。インフルエンザ・ウイルスの病原性には多くの要因が関わるが、一般的にA香港型ウイルスが最も高く、B型とAソ連型ウイルスは低く、ほぼ同等であるとみなされている (Simonsen et al. 1997; 信澤, 2000)。そこでこれ

らのシーズンでは病原性の低いAソ連型ウイルスが優先したことが一因となって搬送数に顕著なピークがみられなかった、あるいは前半のみにピークが出現したと推察された。しかし前半型でも1996/97シーズンではAソ連型、A香港型とB型ウイルスの混合流行であり、前半ピークの理由を説明することは困難であった。

後半ピーク型の1997/98シーズンではA香港型ウイルスの優先が顕著であったが、前記したように降水の影響が大きいと推定された。

二峰型の2001/02シーズンはA香港型、Aソ連型、B型の混合流行、2004/05シーズンはA香港型とB型ウイルスの混合流行であった。一般的にA香港型とB型ウイルスの混合流行のあるシーズンでは、初期にA香港型が流行し、その後B型ウイルスが流行する傾向がみられる(根路銘, 1999)。

本研究でも2004/05シーズンでは後半の2、3月にB型ウイルスの大きな流行があったので、二峰型になったと考えられた。2001/02シーズンでは3種ウイルスの割合がほぼ等しく、B型ウイルスの特に大きな流行はみられなかったが、本シーズンでは前記したように降水が二峰型の出現に影響している可能性が考えられた。

大ピーク型の3シーズンでは割合は大きく異なるが、A香港型とB型ウイルスの混合流行であった。2003/04、2002/03シーズンではA香港型ウイルスが圧倒的に優先したので、大ピーク型になったと推定された。一方、1998/99シーズンでは2、

3月の搬送数が比較的多く二峰型に近いと推定され、この時期のB型ウイルスの分離率も82.9%と高いことが関連して大ピーク型になったと推定された。また本シーズンに流行したA香港型ウイルスは抗原変異の大きいシドニー株であり、住民のこのウイルス株に対する抗体保有率の低いことも関係していると推察される(進藤・岡部, 2000)。

これらの結果から、Aソ連型ウイルスの優先するシーズンでは無ピーク型、あるいは前半ピーク型になりやすく、A香港型ウイルスの優先、あるいはB型ウイルスとの混合流行があるシーズンでは大ピーク型、あるいは二峰型になりやすいと推定された。すなわち患者の搬送パターンからみて、インフルエンザ・ウイルスの病原性はA香港型、B型、Aソ連型ウイルスの順に低くなると推察され、Simonsen et al. (1997) の結果を支持した。

以上、インフルエンザ様疾患の救急搬送数と気象要素および流行ウイルス株との関連を検討し、患者発生には流行ウイルス株の病原性や抗原性変異に加えて、気温、蒸気圧、降水、全天日射量などの影響も大きいと推定された。またこれらの結果はインフルエンザ様疾患の発症予測モデルに気象要素を加味することの重要性を示唆した。すでにUrashima et al (2003) は週当たりの患者発生に対する気象要素の影響を重回帰法で解析し、高い精度で予測が可能であると報告している。今後は日単位の発症予測モデルの構築が重要であると考えられる。

文献

アヌーン・クロード (1997): インフルエンザとは何か (小野克彦訳). 白水社, 東京, pp.158.

原田誠三郎, 生盛 剛, 庄司 眞, 不福山正文, 天野憲一 (2004): 2001年から2002年の大館市及び秋田市における絶対湿度とインフルエンザ流行に関する調査研究. 感染症誌. 78: 411-419.

Harper, G.J. (1961): Airborne microorganisms; survival tests with four viruses. J. Hyg. Cam., 59: 479-486.

加地正郎 (1975): 気象と病気. 加地正郎 (編著), 人間・気象・病気, NHK出版協会, 東京, pp.159-235.

加地正郎 (1980): 感染症と気象. 笠井 和 (編), 小児科MOOK 14, 気象医学, 金原出版, 東京, pp.15-21

加地正郎 (1998a): インフルエンザパンデミックの歴史. 加地正郎, 根路銘国昭, 葛西 健 (編), 新型インフルエンザパンデミック, 南山堂, 東京, pp.1-26.

加地正郎 (1998b): 新型ウイルス出現の背景. 加地正郎, 根路銘国昭, 葛西 健 (編), 新型インフルエンザパンデミック, 南山堂, 東京, pp.27-42

葛西 健 (1998): 新型インフルエンザウイルスのサーベイランス. 加地正郎, 根路銘国昭, 葛西 健 (編), 新型インフルエンザパンデミック, 南山堂, 東京, pp.98-108.

感染症情報センター (2005): インフルエンザ 2004/2005シーズン. 病原微生物検出情報月報, 26: 287-288.

森島恒雄 (2000): 小児に多発した脳炎・脳症—厚生省研究班全国調査—. 小児科診療, 63: 2065-2068.

森田公一 (2000): WHOのインフルエンザ戦略. 岡部信彦 (編著), インフルエンザのすべて—その臨床の最前線—, 新興医学出版社, 東京, 32-35.

根路銘国昭 (1999): インフルエンザの疫学.

JIM, 9: 952-960.

信澤枝里 (2000): インフルエンザウイルスの病原性の変化. 岡部信彦 (編著), インフルエンザのすべて—その臨床の最前線—, 新興医学出版社, 東京, 25-31.

Okabe, N., Yamashita, K., Taniguchi, K. and Inoue, S. (2000): Influenza surveillance system of Japan and acute encephalitis and encephalopathy in the influenza season. Pediatrics Int., 42: 187-191.

小田切孝人 (2003): インフルエンザの流行学. 加地正郎 (編), インフルエンザとかぜ症候群, 南山堂, 東京, pp.131-140.

Simonsen, L., Clarke, M. J., Williamson, G. D., Stroup, D. F., Arden, N. H., and Schonberger, L. B. (1997): The impact of influenza epidemics on mortality: introducing a severity index. Am. J. Public Health, 87: 1944-1950.

進藤奈邦子, 岡部信彦 (2000): インフルエンザ—今冬の流行予測. 感染と抗菌薬, 3: 311-316.

庄司 眞 (1985): 気象と感染症の流行の相関に関する研究第一報—湿度の基準には相対湿度より水蒸気圧を一. 抗酸菌研究所雑誌, 37: 327-331.

庄司 眞 (1988): 気象と感染症の流行の相関に関する研究第二報—インフルエンザ流行の拡大因子は気温か, 湿度か, その他か—抗酸菌研究所雑誌, 40: 95-106.

庄司 眞 (1994): 季節とかぜ—特にインフルエンザの流行について—. 臨床と研究, 71: 3030-3038.

谷口青洲 (2000): わが国のインフルエンザサーベイランス. 岡部信彦 (編著), インフルエンザのすべて—その臨床の最前線—, 新興医学出版社, 東京, 36-43.

Urashima, M., Shindo, N., and Okabe, N. (2003): A seasonal model to simulate influenza oscillation in Tokyo. Jpn. J. Infect. Dis., 56: 43-47.

山中太木 (1983): 忘れかけた伝染病の今昔. 日本医師会雑誌, 89: 729-738.

Summary

Influence of weather elements on the occurrence of influenza-like illness in Nagoya

Chiharu Suto¹、Mitsuhiro Kojima¹、Akio Mizutani², Kenji Sakae³

1. College of Bioscience and Biotechnology, Chubu University

2. Department of Architecture and Design, Nagoya Institute of Technology

3. Department of Microbiology, Aichi Prefectural Institute of Public Health

The influence of weather elements on the occurrence of influenza-like illness in the winter seasons from 1995/1996 to 2004/2005 in Nagoya district was investigated. The data of patients transported by ambulance were provided from Nagoya Fire Bauer and those of weather elements from Nagoya Meteorological Agency. The results were as follows;

- 1) The age distribution of the patients showed three peaks; below 4, from 20 to 29, and over 60 years old.
 - 2) The time of peak transportation varied largely by the seasons. Hence, the seasons were classified into 5 types; seasons without a clear peak (1995/96, 2000/01), seasons with an early peak (1996/97, 1999/00), season with a late peak (1997/98), seasons with two peaks (2001/02, 2004/05), and seasons with a large peak (1998/99, 2002/03, 2003/04).
 - 3) The number of patients peaked during the periods of daily mean temperature below 8 centigrade, daily mean vapor pressure below 6hPa, and daily solar radiation below 15Mj/m².
 - 4) The daily number of patients showed significant negative correlations with mean-, minimum-, and maximum temperatures, and solar radiation, while a positive correlation with relative humidity in the seasons with two peaks and a large peak.
 - 5) Precipitation seemed to influence or alter the occurrence of influenza-like illness in some seasons.
 - 6) The seasons without a clear peak were predominated with type A (H1N1) influenza virus, whereas the seasons with a large peak and two peaks were coprevailed with type A (H3N2) and B influenza viruses.
- These results suggested the importance of weather elements, such as temperature, vapor pressure, precipitation and solar radiation on the occurrence of influenza-like illness, in addition to influenza virus variants prevailing.